

растут. Рост требований сервисов к увеличению пропускной способности сетей доступа при ограниченных возможностях технологий xDSL ориентируют операторов на оптические технологии, которые позволяют предоставлять абоненту качественный пакет инфокоммуникационных услуг и с каждым днем становятся все более доступными. Инвестиции в инфраструктуру широкополосных сетей доступа следует рассматривать как долгосрочные. Поэтому при выборе технологий реализации таких сетей возникает задача оценки целесообразности применения той или иной технологии [1-2]. В данной работе производится анализ оценок целесообразности применения для этих целей на сетях доступа проводного оператора.

По предложенной методике расчета среднего значения затрат, приведенных к одному абоненту, базирующейся на модификации модели TIA FOLS [3] и адаптированной для сети доступа района многоэтажной застройки, выполнены расчеты показателей для технологий PON (Passive Optical Network - пассивная оптическая сеть), а также FTTH (Fiber-To-The-Home – волокно до «жилища») с применением одномодовых или многомодовых оптических волокон на абонентском участке. Оценки показателей сопоставляемых технологий вычислялись в зависимости от средней этажности застройки и числа подключенных абонентов. Сравнение полученных значений показало хорошую сходимость с приведенными в открытых источниках данными реализованных проектов оптических сетей доступа.

Литература

1. Бурдин А.В., Дмитриев Е.В., Гаврюшин С.А., Яблочкин К.А. Исследование потенциальных возможностей внедрения PON на сетях доступа // X Международная научно-техническая конференция «Физика и технические приложения волновых процессов», 11-17 сентября 2011, г. Самара. с. 195.
2. Бурдин А.В., Лиманский Н.С., Яблочкин К.А. Анализ технико-экономических показателей сетей доступа в зависимости от конфигурации сети // X Международная научно-техническая конференция «Физика и технические приложения волновых процессов», 11-17 сентября 2011, г. Самара. с. 222.
3. Estimating LAN infrastructure costs. A tool for comparing UTP copper to fiber. Third generation TIA FOLS LAN infrastructure cost model. TIA FOLS: 2005. 13 p.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ РЕФРАКТОМЕТРИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА И КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ

И.Р. Садыков, Т.С. Садеев, О.Г. Морозов

(г. Казань, Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева-КАИ, iskander_@mail.ru)

FIBER-OPTIC REFRACTOMETRIC SENSOR FOR DETERMINATING THE COMPOUND AND CONCENTRATION OF SOLUTIONS

I.R. Sadykov, T.S. Sadeev, O.G. Morozov

Волоконно-оптические рефрактометрические методы определения составов жидкостей на основе волоконных решеток Брэгга (ВРБ) широко изучаются рядом исследовательских групп. Однако, по причине использования дорогостоящей и крупногабаритной аппаратуры эти разработки так и не нашли широкого применения. Решить указанные недостатки можно с помощью модуляционных методов зондирования ВРБ-датчиков на основе двухчастотного метода Ильина-Морозова [1] и электрооптического модулятора Маха-Цендера. Использование данных методов позволит значительно уменьшить габаритные размеры прибора и найти такие области применения, как бортовой датчик оценки качества топлива или биотоплива автомобиля [2].

Система уравнений рефрактометрического датчика на базе ВРБ с фазовым π -сдвигом имеет вид:

$$\begin{cases} \lambda_{ВРБ1} = \lambda_{БН} \left(\alpha + \frac{1}{n_{эффН}} \cdot \frac{\partial n_{эффН}}{\partial T} \right) T \\ \lambda_{ВРБ1} = \lambda_{БВ} \left(\alpha + \frac{1}{n_{эффВ}} \cdot \frac{\partial n_{эффВ}}{\partial T} \right) T + 2 \cdot \Lambda(n_{эффВ})_{n_{эфф}} \end{cases}, \quad (1)$$

где $\lambda_{Б} = 2n_{эфф} \Lambda$ - длина волны Брэгга, $n_{эффН}$ и $n_{эффВ}$ - эффективный показатель преломления основной моды соответственно невозмущенного и вытравленного волокна, $\alpha = \frac{1}{\Lambda} \cdot \frac{\partial \Lambda}{\partial T}$ - коэффициент теплового расширения кварцевого стекла, $\xi = \frac{\partial n_{эфф}}{\partial T}$ - термооптический коэффициент, ΔT - изменение температуры, $\Delta n_{эфф}$ - изменение коэффициента преломления среды, окружающего датчик.

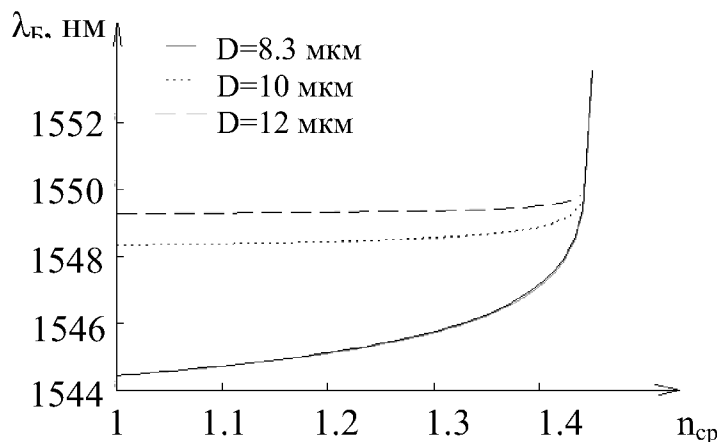


Рис. 1. Зависимость сдвига центральной длины волны ВРБ от изменения коэффициента преломления среды, окружающей датчик

Моделирование рефрактометрического датчика проводилось на основе модифицированного метода приближения Гаусса. Результат моделирования сдвига центральной длины волны ВРБ от изменения внешнего коэффициента преломления для случаев ВРБ с полностью вытравленной и частично вытравленной оболочкой представлены на рисунке 1.

Как видно из графика, в диапазоне изменения внешнего коэффициента преломления 1-1.3 наблюдается слабая, почти линейная зависимость сдвига центральной длины волны. Причиной этому является возникновение многомодового режима, вызванного большой относительной разностью показателей преломления сердцевины и оболочки круглого волновода, а, следовательно, и высокого значения нормированной частоты V . При приближении значения внешнего коэффициента преломления к величине нормированной частоты соответствующей условию одномодового режима в оптическом волокне, наблюдается увеличение чувствительности к изменению внешнего коэффициента преломления.

Графики сдвига центральной длины волны для волокна с частично вытравленной оболочкой демонстрируют худшую чувствительность по сравнению с датчиком, у которого полностью вытравлена оболочка. На основе данных графиков можно сделать вывод о том, что полное травление оболочки в рефрактометрическом датчике является предпочтительнее перед частично вытравленной по причине большей чувствительности на изменение внешнего коэффициента преломления.

Моделирование волоконно-оптического рефрактометрического датчика на основе ВРБ с фазовым π -сдвигом для определения концентрации изопропилового спирта в воде проводилось по формуле (2):

$$n_{cp} = \sqrt{k \cdot n_{IPA}^2 + (1-k) \cdot n_{вода}^2}, \quad (2)$$

где k - концентрация изопропилового спирта в воде, n_{IPA} - показатель преломления изопропилового спирта, $n_{вода}=1,333$ - показатель преломления воды. Результат моделирования представлен на рис. 2.

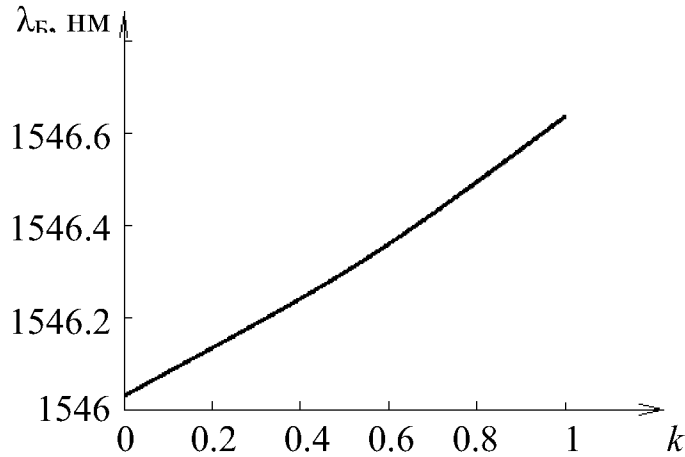


Рис. 2. Сдвиг центральной длины волны ВРБ с π -сдвигом в зависимости от изменения концентрации изопропилового спирта

Характеристика, изображенная на рис. 2, имеет прямолинейный вид. Наблюдается сдвиг центральной длины волны ВРБ с π -сдвигом в более длинноволновую область в зависимости от увеличения концентрации изопропилового спирта в растворе.

Литература

1. Morozov, O. G. Methodology of symmetric double frequency reflectometry for selective fiber optic structures/ O. G. Morozov, O. G. Natanson, D. L. Aybatov et al. // Proceedings of SPIE. – 2008. – V. 7026. – P. 70260I.
2. Морозов О.Г. Модуляционные методы измерений в оптических биосенсорах рефрактометрического типа на основе волоконных решеток Брэгга с фазовым сдвигом / О. Г. Морозов, О.А. Степущенко, И.Р. Садыков //Вестник МарГТУ. - 2010. - №3. с. 3-13